

**Compte-rendu de mission au CITA**  
**Université du Costa Rica**

**02 - 14 septembre 2002**

**Mission MAE**

**M. DORNIER**

**Maître de Conférences ENSIA / SIARC**  
**Chercheur Associé CIRAD / FLHOR**

## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>OBJECTIFS DE LA MISSION .....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>APPUI SCIENTIFIQUE.....</b>	<b>4</b>
II.1.	Mise au point de chips de bananes plantains mures .....	5
II.2.	Concentration de jus de fruits par évaporation osmotique.....	6
II.3.	Etude de la fixation sur support chitosane de pectinases et cellulases en vue du développement d'un bio-réacteur à enzymes fixées pour la liquéfaction de jus de fruits pulpeux.....	7
II.4.	Etude de l'apparition du trouble lors du stockage de jus de banane clarifié .....	8
II.5.	Bilan.....	9
<b>III.</b>	<b>RENFORCEMENT DES COLLABORATIONS ENTRE L'UCR ET L'ENSIA .....</b>	<b>10</b>
III.1.	Contexte général .....	10
III.2.	Historique des relations UCR – ENSIA/CIRAD.....	10
III.3.	Présentation du projet.....	11
III.4.	Intérêts pour les partenaires .....	11
III.5.	Programmation.....	12
III.6.	Bilan.....	13

**Programme de la mission**

**Principales personnes rencontrées**

**Annexe**



**ABREVIATIONS**

**CIRAD** Centre de Coopération Internationale en Agronomie pour le Développement (centre de recherche français spécialisé dans la production et la transformation des produits agricoles tropicaux – Montpellier)

<http://www.cirad.fr/>

**CIRAD-FLHOR** Département Fruits, Légumes et Produits Horticoles du CIRAD (Montpellier)

**CITA** Centro Nacional de Ciencia y Tecnologia de Alimentos (centre de recherche de l'UCR – San Jose)

<http://www.cita.ucr.ac.cr/>

**EARTH** Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (école privée internationale sans but lucratif dédiée à la formation en agriculture en zone tropicale humide – Guapiles)

<http://www.earth.ac.cr/>

**ENSIA** Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires (école d'ingénieurs française sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture – Massy, Montpellier)

<http://www.ensia.inra.fr/>

**ENSIA-SIARC** Section des Industries Alimentaires Régions Chaudes (Département de l'ENSIA formant des ingénieurs et des Masters of Science spécialisés dans la transformation des produits alimentaires tropicaux – Montpellier)

<http://www.ensia-siarc.agropolis.fr/>

**ETA** Escuela de Tecnologia de Alimentos (centre de formation de l'UCR – San Jose)

<http://www.ta.ucr.ac.cr/>

**UCR** Universidad de Costa Rica (université d'état - San Jose)

<http://www.ucr.ac.cr/>



## I. OBJECTIFS DE LA MISSION

### 1. Appui scientifique aux actions de recherche menées par l'équipe CITA-CIRAD :

- bilan des travaux réalisés, aide à l'exploitation des résultats, analyse des problèmes rencontrés et solutions envisageables,
- programmation de la suite des travaux en cours, bilan des autres activités de recherche prévues,
- encadrement des étudiants Ingénieurs et Masters ENSIA-SIARC en stage de fin d'études au Costa Rica.

### 2. Projet de mise en place d'une collaboration en formation par la recherche entre l'ETA/CITA (UCR) et l'ENSIA/CIRAD :

- évaluation avec les responsables costariciens de l'intérêt de la mise en place d'une formation post-graduée en agro-alimentaire à vocation régionale (Maestria académique Amérique Centrale),
- élaboration d'un pré-projet, proposition des actions à prévoir sur 2003 et 2004,
- programme d'échange d'enseignants-chercheurs entre le Costa Rica et la France.

## II. APPUI SCIENTIFIQUE

Le détachement d'un chercheur CIRAD-FLHOR en 2001 au CITA (M. Fabrice VAILLANT) a conduit à la mise en place de divers travaux de recherche appliquée, menés conjointement par les 2 partenaires. Réalisés sous la responsabilité de M. F. VAILLANT et de plusieurs chercheurs du CITA, ces travaux portent exclusivement sur la transformation et la caractérisation des fruits locaux. Faisant pour la plupart, l'objet de collaboration avec des entreprises locales, ils s'articulent autour de 4 grandes thématiques :

- Technologies membranaires (microfiltration et ultrafiltration tangentielle, évaporation osmotique) : clarification, stabilisation et concentration à froid de jus de fruits ; purification, concentration de substances naturelles extraites de fruits (principal interlocuteur CITA : Mme. Ana Mercedes PEREZ),
- Traitements enzymatiques appliqués aux fruits : optimisation de la liquéfaction de purée de fruits, développement de bioréacteurs à enzymes fixées, couplage avec les techniques membranaires (Mme. Ana Ruth BONILLA, Mme. Floribeth VIQUEZ),
- Fritures de fruits : mise au point de produits, optimisation du procédé (Mme Ana Mercedes PEREZ),
- Caractérisation de la qualité des fruits frais et produits à base de fruits et impact des procédés de transformation sur leur potentiel nutritionnel (Mme. Ana Ruth BONILLA, Mme. Ana Mercedes PEREZ).

Une grande partie de ces activités de recherche est soutenue par un financement AIRE Développement (Paris) obtenu début 2002 pour 4 ans (renouvelable) et par les partenaires industriels. Le **Tableau 1** récapitule les différentes actions en cours au sein de l'équipe.



**Tableau 1** : récapitulatif des actions de recherche conjointes CITA/CIRAD en cours en 2002 (MFT : microfiltration tangentielle, EO : évaporation osmotique).

Action	Début	Durée (mois)	Partenaire	Couplage formation	Antécédents au CITA	Perspectives	Valorisation prévue
Production de jus de bananes clarifié par MFT	09/01	12	FLORIDA PRODUCT (Heredia)	Maestria ETA	Pré-étude MFT purée de banane (2001)	Couplage avec traitement bentonite Evaluation des investissements pour une production industrielle	1 publication Développement nouveau produit
Clarification de jus de melon par MFT	02/02	12	Producteurs de melons	Maestria ETA	Mise au point pilote MFT (2001)	Optimisation du couplage traitement enzymatique – MFT	1 publication
Concentration de jus de fruits par EO	05/02	9	Producteurs de melons Contact en cours avec TICOFRUT (San Carlos)	MSc. ENSIA-SIARC	-	Etude des transferts de composés d'arôme en fonctionnement continu	1 publication
Production d'édulcorant naturel à partir de jus de bananes clarifié	02/02	12	FLORIDA PRODUCT (Heredia)	Maestria ETA	Clarification purée de bananes (2001)	-	Développement nouveau produit
Etude de la fixation de pectinases et de cellulases sur support chitosane pour la liquéfaction de purée de fruits	05/02	9	FLORIDA PRODUCT (Heredia)	MSc. ENSIA-SIARC	Caractérisation polyosides et optimisation des spectres enzymatiques sur purée de bananes (2001)	Développement d'un bio-réacteur, couplage avec MFT	2 publications
Mise au point de tranches frites de bananes plantains mures	05/02	9	CAMINO DEL SOL (Cartago)	MSc. ENSIA-SIARC	-	Couplage D2I-friture Friture sous-vide	Lancement commercial nouveau produit fin 2002 1 ou 2 publications
Mise au point de produits frits à base d'ananas	09/02	9	CAMINO DEL SOL (Cartago)	Maestria ETA	Friture plantain (2002)	Travaux en démarrage	Développement nouveau produit
Etude de la friture sous-vide de fruits	09/02	36	Producteurs de fruits	Doctorat Veracruz	-	Travaux en démarrage	Développement nouveau produit
Etude du trouble au cours du stockage de jus de bananes clarifié et amélioration de la stabilité	04/02	6	FLORIDA PRODUCT (Heredia)	Ing. ENSIA-SIARC	-	Approfondissement de l'étude sur jus traités par MFT	Mise en place des recommandations sur site de production
Détermination de la teneur en antioxydants de divers fruits locaux	02/02	9	Producteurs de fruits	Maestria ETA	-	Approfondissement sur noni ( <i>Morinda citrifolia</i> ) et sur pitahaya ( <i>Hylocereus sp.</i> )	2 publications Promotion des fruits frais locaux
Mise au point de cœurs de palmier pasteurisés en sachets plastiques sous-vide	04/02	3	Contact en cours avec ALPIGO (Venecia)	Ing. microbiologie Brest	-	Tests d'emballage inactiniques	Développement nouveau produit



**Tableau 2 : récapitulatif des étudiants ENSIA-SIARC en stage au Costa Rica en 2002.**

Nom	Nationalité	Sujet	Durée (mois)	Formation	Date soutenance	Lieu du stage	Avis étudiant	Avis encadrants	Observations
CISSE Mady	Sénégalaise	Concentration de jus de fruits par évaporation osmotique	9	Master ENSIA-SIARC	01/03	CITA EARTH	+	++	Bon travail, retard d'environ 1 mois sur le programme prévisionnel lié à des problèmes analytiques (arômes)
COCHET Amandine*	Fr.	Mise au point de yaourts aux fruits	6	Ing. ENSIA-SIARC	09/02	Sté. INLATEC - DEL PRADO (Cartago)	++	++	Excellent travail, proposition d'embauche
D'ALOIA Sabrina	Fr.	Mise au point de chips de bananes plantains mures	9	Master ENSIA-SIARC	02/03	Sté. CAMINO DEL SOL (Cartago) et CITA	++	++	Excellent travail, collaboration avec l'entreprise confortée
GAZANIA François	Fr.	Etude de la fixation sur support chitosane d'enzymes de liquéfaction de purées de fruits	9	Master ENSIA-SIARC	02/03	CITA	+	+	Travail satisfaisant, retard d'environ 1 mois sur le programme lié à des difficultés de caractérisation des enzymes libres sur substrat purifié (MIA)
MONJOINT Nissiat*	Fr.	Organisation de la production dans un atelier de conditionnement de produits de la mer	6	Ing. ENSIA-SIARC	26/09/02	Sté. JFV COSTA RICA TUNA (Heredia)	-	non évalué	Travail difficile pour un ingénieur stagiaire
THOMAS Anne-David	Fr.	Etude de l'augmentation de la turbidité du jus de bananes clarifié pendant le stockage	6	Ing. ENSIA-SIARC	25/09/02	Sté. FLORIDA PRODUCT (Heredia) et CITA	++	++	Bon travail, collaboration avec l'entreprise confortée

\* : stage non-réalisé en partenariat avec le CITA.



Les quatre activités de recherche qui mobilisent des étudiants de l'ENSIA-SIARC (**Tableau 2**) ont été évaluées en détail. Les principales conclusions obtenues sont présentées ci-dessous.

## **II.1. Mise au point de chips de bananes plantains mures**

L'objectif du travail est de déterminer les conditions optimales de traitement pour obtenir des chips de bananes plantains mures, nouveaux produits que souhaite développer le partenaire industriel. D'environ 4 mm d'épaisseur, le produit final doit présenter une faible teneur en eau, être de couleur claire, avoir une saveur sucrée agréable et si possible un léger arôme de banane. La flaveur du produit doit se différencier clairement des chips de bananes plantains vertes déjà produites par l'entreprise.

Dans un premier temps, le stade de maturité optimale de la matière première a été recherché. A partir de prélèvement de bananes réalisés dans les enceintes de maturation de l'entreprise, 6 stades de maturité caractéristiques (différentes couleurs externes des fruits) ont été choisis. Le suivi de la composition des fruits obtenue sur des lots de maturité homogène (extrait sec soluble, sucres, amidon, texture, couleur interne), a permis de déterminer la maturité minimale nécessaire pour obtenir un produit fini de qualité satisfaisante. En intégrant les contraintes liées au découpage des tranches de bananes avant friture, le stade de maturité 3 a finalement été retenu.

L'optimisation du procédé de friture (pression atmosphérique) a ensuite été réalisée en laboratoire en utilisant des conditions compatibles avec celles utilisées dans l'entreprise (nature de l'huile, gammes de température et de temps, etc.). A la suite d'une série d'essais préliminaires, les paramètres temps et température de friture ont été étudiés dans une gamme de 0-10 min et 130-180 °C en utilisant un plan d'expériences central composite. A l'aide de la technique des surfaces de réponse, le temps et la température de friture ont été déterminés en intégrant simultanément la couleur, la texture et la teneur en huile. Les chips obtenues dans ces conditions ont une bonne qualité sensorielle et correspondent au cahier des charges produit défini par l'industriel. Divers échantillons de chips ont été fournis à l'entreprise pour validation finale. La rigueur de la démarche suivie assurent la fiabilité des résultats. Néanmoins, l'évaluation de la qualité des chips doit être complétée par des tests sensoriels permettant de s'assurer de la typicité de ce nouveau produit par rapport aux chips de bananes plantains vertes (au minimum tests de différence et, si possible, tests hédoniques).

Afin de valider les résultats obtenus en batch au laboratoire, des essais sur l'installation industrielle continue seront réalisés dans les prochaines semaines. Cette étape permettra d'ajuster les paramètres opératoires en intégrant les contraintes liées au matériel de production. Le produit fini sera alors proposé à des clients de l'entreprise (Europe) qui souhaitent passer une commande en décembre 2002.

La dernière partie du travail, portera sur l'étude de l'intérêt d'un prétraitement des tranches de bananes par déshydratation-imprégnation par immersion (D2I). En effet, le couplage de ce procédé avec la friture permet d'obtenir des produits de qualité sensorielle différente (texture plus souple, saveur plus sucrée) qui intéressent également le partenaire industriel. Dans un premier temps, les tranches fraîches seront plongées dans un sirop de saccharose à 65 %. La température sera limitée à 40 °C afin d'éviter la pré-cuisson des tranches. Les cinétiques de déshydratation et



d'imprégnation en sucre seront mesurées et le temps de trempage sera modulé pour obtenir des tranches à différents extraits secs solubles. Ces tranches seront ensuite frites dans les conditions optimales déterminées précédemment. Les produits finis seront caractérisés (composition, qualité sensorielle, coût de revient) puis soumis à l'entreprise pour évaluation. Dans un second temps, en fonction des résultats obtenus, des essais complémentaires en utilisant d'autres solutés dans la solution de trempage pourront être envisagés (autres sucres, sels).

## **II.2. Concentration de jus de fruits par évaporation osmotique**

Les travaux initiés au CITA depuis Mai 2002 sur le procédé d'évaporation osmotique (EO), ont pour objectif d'évaluer, sur des jus de fruits locaux, les performances de l'opération (valeur du flux évaporatoire et stabilité dans le temps, niveau maximal de concentration) et l'impact du procédé sur les qualités sensorielle et nutritionnelle des concentrés. Compte-tenu des études antérieures réalisées sur d'autres sites (Montpellier, Cali), l'évolution de la qualité aromatique des jus de fruits au cours de concentration sera examinée particulièrement en détails. La mesure des cinétiques de transfert des composés d'arôme pendant l'opération permettra de confirmer les résultats obtenus en batch et en continu sur d'autres produits. Ces cinétiques expérimentales seront ensuite utilisées pour tester, lors de la concentration d'un produit réel, la capacité prévisionnelle des modèles mathématiques développés à Montpellier sur des solutions aromatiques simples.

La conception, la réalisation et la mise au point d'une installation pilote semi-industrielle d'EO ont constitué la première étape de l'étude. Cette installation munie d'un module membranaire fibres creuses de 10 m<sup>2</sup> de surface, doit pouvoir aussi bien fonctionner en batch qu'en continu. Les principaux choix techniques pour la réalisation de cet outil pilote sont les suivants: positionnement vertical du module membranaire pour faciliter les purges et le nettoyage ; circuit concentré entièrement en acier inoxydable pour limiter les phénomènes d'adsorption des composés d'arôme ; circuit saumure entièrement constitué de matière plastique et munie d'une pompe péristaltique afin d'éviter les problèmes de corrosion ; pas de système de régénération continue de la saumure (apport régulier de sel au cours du traitement, récupération et reconcentration de la saumure en fin de traitement) ; volume de la boucle de concentration réduit (conception compacte des circuits, connexion module/circuit sans réducteur de diamètre) ; mesure du débit évaporatoire en ligne à l'aide d'un débitmètre électromagnétique et acquisition en temps réel ; mesures et contrôles manuels des températures, des pressions et du débit de concentré (en configuration continue) ; installation d'un seul échangeur de chaleur sur le circuit concentré pour le contrôle de la température. L'appareil est d'une conception plus simple que les prototypes précédents ce qui garantit une meilleure fiabilité. Il est facile à utiliser en batch comme en continu. Son coût est limité car il n'est pas muni d'un système de régénération de la saumure. Le faible volume de la boucle de concentration laisse présager des temps de traitement plus courts que ceux obtenus précédemment. L'installation déjà très performante, pourra être encore améliorée en utilisant des capteurs de températures et de pressions, un débitmètre sur la sortie concentré et en automatisant les régulations. L'installation d'un second échangeur sur le circuit saumure permettrait de réguler indépendamment les températures de part et d'autre de la membrane.

L'installation a ensuite été caractérisée en utilisant des sirops de saccharose. Les débits évaporatoires mesurés dans des conditions opératoires standard sont compris entre 6 et 8 kg h<sup>-1</sup>. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles obtenues précédemment sur des installations similaires. Grâce au faible volume de la boucle concentré, la durée de



concentration en batch et la quantité initiale de jus à mettre en œuvre sont diminuées considérablement par rapport aux installations plus anciennes. L'étanchéité entre les circuits saumure et concentré a été vérifiée par des mesures conductimétriques. Les différentes régulations manuelles permettent un contrôle satisfaisant des conditions opératoires aussi bien en batch qu'en continu. Enfin, aucun problème de nettoyage n'a été rencontré en utilisant la séquence soude - acide habituelle. L'outil pilote mis au point est donc effectivement bien adapté aux besoins de l'équipe et il est opérationnel.

En terme de débit évaporatoire, les résultats obtenus lors de la concentration de jus clarifié de melon (extrait sec soluble initial d'environ 8 %) sont voisins de ceux obtenus sur les sirops de saccharose. Un essai de concentration en continu avec maintien de la teneur en extrait sec soluble du concentré à 48 % a été réalisé pendant plusieurs heures sans noter de diminution significative de débit évaporatoire. D'autres essais en continu de production de concentrés à 60 % sont programmés sur divers jus clarifiés notamment de melons et d'agrumes.

Pour quantifier l'effet du traitement sur la qualité des concentrés, des échantillons sont régulièrement prélevés pendant la concentration. Leurs extrait sec soluble, acidité et teneur en vitamine C sont comparées avec celles du jus initial. Ces analyses gagneraient à être complétées par des mesures de couleurs (L,a,b ou spectrophotométrie d'absorption). L'analyse de la composition aromatique des produits est classiquement réalisée par chromatographie en phase gazeuse après extraction. Ce type d'analyse n'étant pas utilisé au CITA, la technique doit donc être entièrement mise au point pour cette application spécifique. Après de nombreux essais en laboratoire, la technique d'extraction des composés d'arôme initialement prévue (distillation et extraction par solvant simultanées selon la méthode de Lickens-Nickerson) n'a pu être mise en œuvre. Les problèmes rencontrés sont vraisemblablement liés à un matériel inadapté. Compte-tenu du retard pris par rapport au programme prévisionnel, une nouvelle méthode d'extraction est choisie : extraction liquide/liquide classique par solvant (pentane, dichlorométhane) en ampoule à décanter. Bien que cette méthode ne soit pas la méthode de référence, elle ne nécessite pas de matériel spécifique, est facile à utiliser et permet d'obtenir des mesures quantitatives satisfaisantes à conditions d'utiliser un ou plusieurs étalons internes. Les extraits obtenus seront ensuite concentrés sous-vide puis analysés par CPG sur colonne capillaire en silice greffée (phase inverse C 5). L'optimisation des conditions d'analyse chromatographique (programmation de température du four, choix de 2 étalons internes, etc.) sera réalisée à la EARTH en collaboration avec un technicien spécialisé.

Après ces mises au point analytiques, les cinétiques de transfert des composés d'arôme lors de la concentration par évaporation osmotique des jus de fruits pourront être mesurées. L'évolution de la qualité aromatique des concentrés sera alors évaluée en batch et en continu à divers paliers de concentration (40, 50 et 60 %). De tels résultats n'ont encore jamais été obtenus. Ils sont essentiels pour valider l'intérêt industriel du procédé.

### **II.3. Etude de la fixation sur support chitosane de pectinases et cellulases en vue du développement d'un bioréacteur à enzymes fixées pour la liquéfaction de jus de fruits pulpeux**

Ce travail complète l'étude initiée en 2001 au CITA dans le cadre du Master ENSIA-SIARC de Mlle. Séverine FRANQUIN. Il vise à évaluer l'intérêt de l'utilisation d'un nouveau support, le chitosane, pour la fixation d'enzymes de



liquéfaction de jus de fruits pulpeux en vue du développement d'un bio-réacteur. L'étude est principalement réalisée en utilisant des préparations enzymatiques commerciales équilibrées en activités pectinasiques et cellulases,

La première étape du travail a consisté à caractériser l'action des enzymes libres sur un extrait de parois cellulaires purifié (MIA) de bananes obtenu récemment au laboratoire. Afin de suivre les cinétiques enzymatiques, les principaux produits de dégradation des polyosides pariétaux ont été dosés au cours de la réaction (acide galacturonique et sucres neutres). L'analyse des sucres neutres par chromatographie en phase gazeuse après dérivation pré-colonne a fait l'objet d'une importante mise au point analytique. Les résultats obtenus ne sont néanmoins pas satisfaisants. En effet, les activités enzymatiques mesurées sont très inférieures à celles obtenues dans les études antérieures. Ce résultat surprenant obtenu à partir des enzymes libres a été confirmé à l'occasion de nombreux essais. Il ne semble pas être lié à la méthodologie suivie. La composition de la MIA, différente de celle utilisée par S. FRANQUIN, pourrait en être l'explication. Cette hypothèse doit néanmoins être approfondie.

La fixation de ces mêmes enzymes sur des billes de chitosane de quelques mm de diamètre a ensuite été étudiée. L'évaluation de l'influence de divers paramètres sur les activités enzymatiques fixées est en cours : nature du chitosane, procédure d'activation du support, utilisation de bras espaceurs (glutaraldéhyde) et conditions d'immobilisation. Les valeurs d'activités obtenues sur substrats purs sont élevées. Contrairement aux résultats sur enzymes libres, les enzymes fixées sont actives sur la MIA de référence. Ces premiers résultats démontrent que les enzymes fixées catalysent efficacement la dégradation des substrats même lorsqu'ils sont insolubles. Ce travail permettra d'optimiser la procédure de fixation et de réaliser une caractérisation complète des enzymes immobilisées.

Afin de valider les résultats obtenus sur produit réel, l'étude sera complétée par des tests sur purée de bananes. D'autres géométries de support mieux adaptées à l'utilisation en bio-réacteur seront également évaluées (supports plans).

#### **II.4. Etude de l'apparition du trouble lors du stockage de jus de banane clarifié**

Cette étude a été mise en place suite à la demande de l'entreprise FLORIDA PRODUCT qui rencontre des problèmes de stabilité sur les jus clarifiés de bananes qu'elle commercialise.

La composition des jus de bananes clarifiés fournis par l'entreprise a tout d'abord été déterminée. Il s'agissait principalement d'évaluer les teneurs en composés susceptibles de participer à la formation du trouble : polyosides, protéines et composés phénoliques.

Les mesures des cinétiques d'apparition du trouble dans les jus au cours de leur stockage réfrigéré ou congelé pendant 70 jours ont mis en évidence plusieurs types de comportement : augmentation plus ou moins rapide de la turbidité, influence différente de la température de stockage, couleur du précipité. Il est important de noter que l'apparition du trouble n'est pas liée à la turbidité initiale du jus.

Afin d'appréhender les mécanismes de formation du trouble, les précipités obtenus ont été analysés. Cette caractérisation a posé quelques difficultés. Suite à un lavage insuffisant des précipités, la présence de résidus de



substances solubles dans les échantillons ont considérablement perturbés les résultats. Une procédure de lavage à l'alcool en plusieurs étapes successives a permis de résoudre ce problème. Les précipités analysés contiennent 10 à 20 % de protéines, 6 à 7 % de composés pectiques, 4 à 7 % de composés phénoliques et de l'amidon. La nature du précipité est donc complexe. L'apparition du trouble fait vraisemblablement intervenir à la fois les polysides solubles et la formation de complexes protéo-phénoliques.

L'impact de l'utilisation des adjuvants de clarification utilisés en usine sur l'apparition du trouble a également été étudié. Les résultats montrent que ni la gélatine utilisée pour le collage, ni les enzymes utilisées pour la liquéfaction ne favorisent significativement l'augmentation de la turbidité du produit fini pendant son stockage.

La dernière partie du travail a été consacrée à la recherche de solutions technologiques permettant de limiter l'apparition du trouble. A la suite d'une étude bibliographique et de quelques essais préliminaires, divers adjuvants de clarification ont été testés à plusieurs concentrations : célite, charbon actif, bentonite et gélatine. L'utilisation de bentonite à raison de  $1,5 \text{ g l}^{-1}$ , permet d'obtenir un jus clarifié stabilisé. En effet, aucune apparition de trouble n'a été observée pendant 180 jours de stockage (turbidité  $< 2 \text{ UNT}$ ). Des résultats similaires ont été obtenus en utilisant un mélange bentonite/gélatine à raison respectivement de  $0,5 \text{ g l}^{-1}$  et  $15 \text{ mg l}^{-1}$ . Ces résultats sont donc très positifs. Néanmoins, avant d'envisager une application industrielle, il est nécessaire de valider la procédure sur plusieurs lots de jus différents et d'évaluer l'impact du coût de l'opération sur le prix de revient du produit fini. Une étude comparative de la stabilité de jus clarifiés de bananes obtenus par filtration classique et par microfiltration tangentielle gagnerait à être réalisée.

## **II.5. Bilan**

Le bilan global des différentes études menées en collaboration avec le CITA est donc extrêmement positif. Le bon déroulement des travaux est favorisé par un encadrement sur place de haut niveau et un environnement technique et scientifique de bonne qualité. L'avancement des travaux correspond approximativement à la programmation prévisionnelle même si quelques difficultés analytiques ont ralenti la progression de certains projets.

Il est important de noter que la totalité des actions de recherche en cours feront l'objet, à court terme, de valorisations soit industrielles (développement de nouveaux produits, améliorations qualité), soit scientifiques (publications). La plupart de ces travaux conduira à des études complémentaires sur la période 2003-2004 (en cours de programmation). D'autres projets de recherche sont également envisagés à partir de 2003 (**Tableau 3**).



**Tableau 3 : nouvelles actions de recherche conjointes CITA/CIRAD prévues à partir de 2003.**

Action	Durée (mois)	Partenaires	Couplage formation	Avancement
Clarification du jus de pitahaya par microfiltration tangentielle	9	Université Leon (Nicaragua) Producteurs et transformateurs de pitahayas au Nicaragua	Maestria ETA (chercheur univ. Leon)	Démarrage 02/03
Etude du couplage de procédés membranaires à un traitement enzymatique pour l'élaboration de jus de pommes de Cythère ( <i>Spondias cythera</i> )	36	Université de Guadeloupe Sté. ROYAL (Guadeloupe)	Doctorat CIFRE (Séverine FRANQUIN)	Dossiers déposés, en attente du financement
Valorisation des écarts de triage de fruits frais par extraction ou purification de composés fonctionnels (procédés membranaires)	36	EARTH (Costa Rica) Université Montpellier 2	Doctorat sandwich Costa Rica – France (Yanine CHAN)	Montage en cours
Caractérisation vitaminique des oranges produites dans la région de San Carlos (Costa Rica)	9	TICOFRUT (San Carlos)	Maestria ETA	Contacts en cours
Comparaison de divers procédés non-thermiques de stabilisation microbiologique de jus de fruits	36	Recherche d'un partenaire universitaire aux EUA en cours	Doctorat sandwich Costa Rica – EUA (Eric WONG)	Contacts en cours
Etude du potentiel nutritionnel du noni et de sa transformation ( <i>Morinda citrifolia</i> )	9-12	Producteur costaricien de noni	A définir	Projet
Impact de divers traitements technologiques sur les teneurs en vitamines et antioxydants de produits à base de fruit	9	A définir	Maestria ETA	Projet



### **III. RENFORCEMENT DES COLLABORATIONS ENTRE L'UCR ET L'ENSIA**

#### **III.1. Contexte général**

Dans le cadre de sa politique de formation par la recherche en agroalimentaire, le Département Industries Alimentaires Régions Chaudes de l'ENSIA (ENSIA-SIARC) développe depuis plusieurs années des collaborations avec des universités du Sud ayant une action internationalement reconnue dans le domaine. En Amérique Centrale, l'ENSIA-SIARC associée au CIRAD a initié un partenariat soutenu avec le CITA depuis 2001 notamment à travers des projets de recherche communs et divers stages d'étudiants. L'historique des relations UCR-ENSIA/CIRAD est rappelé dans le § III.2

Compte-tenu des apports mutuels potentiels entre les 2 partenaires, l'ENSIA-SIARC et l'UCR souhaitent renforcer leurs collaborations. La forte implication du CIRAD au CITA depuis 2001 (détachement d'un agent) est particulièrement favorable au montage d'un projet commun dans le domaine de la formation par la recherche.

#### **III.2. Historique des relations UCR – ENSIA/CIRAD**

Les relations entre l'ENSIA et le CITA sont anciennes. De 1986 à 1990, des activités communes de recherche dans le domaine du séchage de produits alimentaires ont été mises en places entre les deux instituts. Ces activités de recherche et les visites de plusieurs chercheurs français spécialisés en Génie Alimentaire et Sciences des Aliments ont contribué au développement d'une compétence reconnue dans ce domaine au CITA. Après plusieurs années pendant lesquelles l'appui aux entreprises a été l'activité principale du CITA, le centre souhaite renforcer aujourd'hui ses activités de recherche et mettre en place des programmes portant sur des technologies innovantes.

En 1999 le CITA a organisé un colloque international sur les technologies durables dans les industries agroalimentaires auquel ont participé des intervenants du CIRAD et de l'ENSIA. En 2001 un accord de coopération inter-institutionnel entre le CIRAD-FLHOR et l'UCR a été signé et un chercheur du CIRAD-FLHOR (M. Fabrice VAILLANT) a été détaché dans les laboratoires du CITA. Suite à cette affectation, divers projets de recherche ont été mis en place dans le domaine de la transformation des fruits tropicaux (cf. § II). Dans ce cadre, 6 étudiants de l'ENSIA-SIARC ont réalisé leur stage pratique de fin d'études d'ingénieur ou de *Master* au Costa Rica (2 en 2000 et 4 en 2001). Conjointement, 6 étudiants costariciens de l'ETA ont participé à des projets de recherche pour l'obtention de leur diplôme de *Maestria* ou *Licenciatura*. L'ensemble de ces travaux ont été co-encadrés par des chercheurs du CITA, du CIRAD-FLHOR et de l'ENSIA. Ils ont fait pour certains l'objet de contrats avec des industriels costariciens.

L'ensemble des projets de recherche menés par l'équipe sont fortement soutenus financièrement par le Ministère des Sciences et Technologies du Costa Rica et par l'Université du Costa Rica. En 2002, l'équipe de recherche du CITA / CIRAD a été la seule équipe scientifique d'Amérique Latine sélectionnée pour recevoir un appui financier d'AIRE



Développement (Paris). Notons enfin, qu'à plusieurs reprises des étudiants costariciens issus de l'ITA ont suivi des compléments de formation à l'ENSIA-SIARC et qu'un chercheur du CITA a suivi une formation au CIRAD-FLHOR à Montpellier sur les techniques membranaires en 2001 (Mme. Ana Mercedes PEREZ).

### III.3. Présentation du projet

S'appuyant sur les collaborations existantes et sur l'expérience réussie de l'ENSIA-SIARC en matière de formation internationale post-graduée en Asie, l'ENSIA-SIARC et l'ETA-CITA souhaitent développer conjointement une *Maestria* agroalimentaire académique à vocation régionale.

Cette formation par la recherche sera basée sur la *Maestria* existante en agroalimentaire à l'UCR. Elle sera destinée à des étudiants de la zone Amérique Centrale désireux de développer des activités de recherche en adéquation avec la demande des acteurs économiques locaux. Les enseignements et les encadrements de projets de recherche seront conjointement assurés par des enseignants-chercheurs de l'UCR, de l'ENSIA-SIARC et des autres Universités régionales impliquées dans le projet.

La formation régionale de *Maestria* pourra se poursuivre par le montage d'une formation doctorale délivrée conjointement par l'ENSIA et l'ETA-CITA (UCR), l'ENSIA étant habilitée à délivrer des doctorats dans les domaines du Génie Industriel Alimentaire et des Sciences des Aliments.

Ce projet se base sur un premier document rédigé conjointement par le CIRAD (F. VAILLANT) et l'ENSIA-SIARC (F. GIROUX) en 2001 (**Annexe 1**).

### III.4. Intérêts pour les partenaires

Pour le CITA/ETA, les principaux intérêts du projet sont une ouverture régionale de la formation post-graduée UCR en agroalimentaire et l'enrichissement des programmes de *Maestria* dans ce domaine. Au niveau recherche, le projet permettra notamment de développer les activités du centre en collaborations avec les partenaires régionaux et la France, de développer les échanges interrégionaux et avec la France d'étudiants et d'enseignants-chercheurs et de conforter le CITA comme pôle de compétence au niveau régional (Amérique Centrale et éventuellement Caraïbe).

Pour l'ENSIA-SIARC, le projet permettra également d'enrichir les formations dispensées en France, de favoriser les échanges de compétences et d'expériences entre les enseignants-chercheurs, de favoriser les échanges d'étudiants, de renforcer les collaborations existantes au Costa Rica, de créer de nouveaux partenariats en Amérique Centrale, de mieux connaître les besoins du secteur productif régional et ainsi, de mieux identifier les thématiques de recherche prioritaires.



### **III.5. Programmation**

#### **Phase I - 2002 : Identification des partenaires régionaux et de leurs besoins en formation et recherche**

*Financement Coopération Française Régionale*

Des missions de prospections sont en cours au Nicaragua, Guatemala, Honduras, Salvador et Panama. Réalisées par M. F. VAILLANT, agent CIRAD en poste au CITA, leurs objectifs sont d'identifier les partenaires institutionnels travaillant dans l'agroalimentaire, d'identifier pour chacun d'eux un enseignant-chercheur correspondant et d'évaluer les besoins locaux en formation et en recherche.

#### **Phase II - 2003 : Elaboration détaillée du projet de formation**

*Soutien demandé à la Coopération Française Régionale (2 missions France – Costa Rica, 1 semaine)*

Afin de définir précisément le contenu du programme de la formation de Maestria régionale, de choisir les intervenants potentiels et d'évaluer le coût du projet, un séminaire d'une semaine regroupant les enseignants-chercheurs ETA/CITA en charge du projet et 2 enseignants-chercheurs de l'ENSIA-SIARC sera organisé en 2003 à l'UCR. L'élaboration du programme prendra en compte les résultats obtenus en phase I. Après avoir été soumis aux différents partenaires régionaux pour approbation, le projet finalisé sera présenté aux bailleurs de fonds multilatéraux (notamment UE).

#### **Phase III – 2004/2005 : Premier échange d'enseignants-chercheurs**

*Financement partiel par l'UCR et l'ENSIA*

Afin d'initier plus concrètement les collaborations en formation dès 2004, un programme d'échange d'enseignants-chercheurs (E/C) entre l'ENSIA-SIARC et l'ETA/CITA est proposé. Un résumé des actions prévues dans le cadre de cette échange est présenté dans le **Tableau 4**. Chacun des E/C est détaché dans l'établissement partenaire pendant au moins une année universitaire (février à décembre au Costa Rica, octobre à juillet en France). Il y réalise des enseignements et participe activement à la réflexion pédagogique menée au sein de la formation (amélioration des programmes et des contenus de cours, proposition de nouveaux enseignements, etc.). Il assure l'encadrement de plusieurs stages de fin d'études d'ingénieur (ou de licenciatura) et de Thèses de Master (ou de Maestria). Enfin, il s'intègre dans l'équipe de recherche partenaire (CIRAD en France, CITA au Costa Rica) pour co-encadrer des travaux en cours et développer de nouveaux axes de recherche.

Pour la partie française, je suis moi-même (M. DORNIER) susceptible de participer à cet échange. L'E/C costaricien pressenti est Dr. Ana Mercedes PEREZ. Néanmoins, cette éventualité devra être confirmée par le CITA courant 2003.

Une première évaluation très approximative conduit à un coût total de l'opération de l'ordre de 127 k€ salaires compris (**Tableau 5**). A partir des estimations formulées, les participations financières de l'UCR et de l'ENSIA (Ministère de l'Agriculture) s'élèveraient à hauteur d'environ 17 et 42 % respectivement. La recherche d'un financement



**Tableau 4 : programme prévisionnel d'activités des enseignants-chercheurs.**

	Enseignant-chercheur ENSIA-SIARC / CIRAD	Enseignant-chercheur CITA / ETA
Dates et durée	Février 2004 (rentrée ETA) – juillet 2005 17 mois	Septembre 2004 (rentrée ENSIA-SIRAC) – juillet 2005 11 mois
Enseignement	<p><i>Licenciatura et Maestria</i> en Tecnologia de Alimentos (20 étudiants)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyses alimentaires: cours et TP actuellement sous traités à l'Ecole de Chimie, à reprendre en partie en les orientant davantage sur les produits alimentaires. A réaliser : adaptations programme, 60 hC, 60 hTP</li> <li>- Technologie alimentaire : reprise d'une partie des enseignement fruits / légumes A réaliser : 20 hC, 20 hTP</li> <li>- Opérations unitaires : révision du programme des cours existants, amélioration TP A réaliser : proposition de modifications</li> <li>- Mise en place de séances de travaux pratiques intégrant les aspects technologiques et qualité</li> <li>- Mise en place de nouveaux enseignements sur les procédés innovants (techniques membranaires, etc.)</li> </ul>	<p><i>Ingénieur et Master of Science</i> ENSIA-SIARC (35 étudiants)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chimie alimentaire : reprise des cours, TD et TP. A réaliser : 14 hC, 24 hTD, 70 hTP</li> <li>- Technologie de transformation des fruits et légumes tropicaux : reprise des cours et TP. A réaliser : coordination des enseignements, 10 hC, 32 hTP, évaluation</li> <li>- Technologie sucrière : organisation et coordination du module d'enseignement. A réaliser : montage du module d'enseignement, programmation</li> <li>- Mise en place d'enseignements spécifiques « colorants naturels » et « arômes »</li> </ul>
Encadrement scientifique	Mise en place, suivi scientifique et académique de 2-3 étudiants en Maestria et 2-3 étudiants Licenciatura Co-encadrement de Thèses de doctorat	Mise en place, suivi scientifique et académique de 2-3 étudiants en Master et 2-3 étudiants ingénieurs Co-encadrement de Thèses de doctorat
Recherche	<p>Thèmes principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- application de procédés membranaires à divers produits à base de fruits</li> <li>- étude de nouvelles technologies de stabilisation à froid de jus de fruits</li> <li>- étude de l'impact des procédés de transformation sur la qualité sensorielle et nutritionnelle de produits à base de fruits</li> </ul>	<p>Thèmes principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- impact de divers procédés membranaires sur la qualité aromatique de jus de fruits</li> <li>- développement de procédés d'extraction, de purification et de concentration de colorants naturels alimentaires</li> </ul>



**Tableau 5** : évaluation des coûts de l'échange, répartition entre l'UCR et l'ENSIA/CIRAD et sommes complémentaires nécessaires (€).

	<b>UCR</b>	<b>ENSIA/CIRAD</b>	<b>Complément à rechercher</b>
Salaire net E/C UCR en France	800 x 11 = 8800		
Salaire net E/C ENSIA au Costa Rica		2200 x 17 = 37400	
Complément salaire E/C UCR en France (logement, coût de vie)			1500 x 11 = 19500
Complément salaire E/C ENSIA au Costa Rica (logement, habillage)			1200 x 17 = 26400
Charges sociales	200 x 11 = 2200	600 x 17 = 10200	
Complément assurance maladie en France			100 x 11 = 1100
Complément assurance maladie au Costa Rica			100 x 17 = 1700
Voyage Costa Rica – France (2 A/R)	1500		1500
Voyage France - Costa Rica (2 A/R)			1500 x 2 = 3000
Mise à disposition bureau, matériel pédagogique et recherche en France		500 x 11 = 5500	
Mise à disposition bureau, matériel pédagogique et recherche Costa Rica	500 x 17 = 8500		
<b>TOTAUX</b>	<b>21 000 (16,5 %)</b>	<b>53 100 (41,7 %)</b>	<b>53 200 (41,8 %)</b>



complémentaire de l'ordre de 50 k€ est donc nécessaire. Après validation par les partenaires, le projet sera soumis notamment aux Ministères français de l'Agriculture et des Affaires Etrangères pour envisager un soutien financier.

#### **Phase IV – à partir de 2004/2005 : Mise en place et démarrage de la formation de Maestria régionale**

Après avoir obtenu les financement nécessaire à l'opération, la formation sera mise en place selon le projet élaboré en phase II. Les détachements d'un enseignant-chercheur de l'ENSIA à l'UCR et d'un enseignant-chercheur de l'UCR à l'ENSIA pendant cette période permettront de faciliter les échanges UCR-ENSIA et assureront une bonne coordination entre les 2 équipes pour le démarrage de la formation.

### **III.6. Bilan**

Durant cette mission, le projet a été présenté et discuté avec les principaux interlocuteurs de l'UCR : Dr. Manuel MURILLO, Directeur de Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperacion Externa, Dra. Maria PEREZ, Responsable des formations post-graduées, Dra. Floribeth VIQUEZ et Dra. Carmela VELAZQUEZ, Directrice et Sous-Directrice du CITA et enfin, Dra. Jacqueline AIELLO, Directrice de l'ETA. Chacun de ces interlocuteurs a confirmé le vif intérêt de l'UCR pour le projet qui bénéficiera d'un fort soutien de l'Université.

Suite à un entretien avec M. Joël DINE, Attaché de Coopération Scientifique et Technique à l'Ambassade de France au Costa Rica, la Coopération Régionale française est également intéressée par le projet. Elle est prête à soutenir sa mise en place. Dans ce sens, elle a été sollicitée au titre de 2003, pour le financement de la phase II (§ III.5). Afin d'initier dès à présent les collaborations avec l'Université de Leon (Nicaragua), la prise en charge d'une bourse de Maestria (UCR) destinée à un universitaire nicaraguayen (Univ. Leon) a également été demandée (voir intitulé dans **Tableau 3**).

Les conditions actuelles sont donc particulièrement favorables à la mise en place de cette formation.



## PROGRAMME DE LA MISSION

- 
- Lu. 02/09**
- 09 h 30 : départ Montpellier
  - 21 h 30 : arrivée San Jose (via Paris, Mexico)
- 
- Ma. 03/09**
- 10 h : réunion avec Mme. Floribeth VIQUEZ et Mme. Carmela VELAZQUEZ, respectivement Directrice et Sous-Directrice du CITA : accueil, bilan des collaborations avec le CIRAD, renforcement des échanges en recherche et enseignement avec le CIRAD et l'ENSIA
  - 11 h : visite du CITA (laboratoires recherche, halle de technologie, services d'appui à la recherche) et de l'ETA (laboratoires pédagogiques)
  - 14 h : réunion avec Mme. Ana Mercedes PEREZ, responsable des relations CITA-CIRAD et M. Fabrice VAILLANT, chercheur CIRAD/FLHOR détaché au CITA : bilan des actions de recherche en cours, réflexions sur le développement des échanges scientifiques entre le CITA / ETA et l'ENSIA / CIRAD et la possibilité d'un échange d'enseignants-chercheurs
- 
- Me. 04/09**
- 8 h : suite discussions avec M. F. VAILLANT
  - 10 h : réunion avec Mme. Ana Ruth BONILLA (chercheur CITA), responsable de la formation de Maestria en Ciencia de Alimentos actuellement dispensée à l'UCR : présentation de la formation existante, améliorations possibles des enseignements pour une meilleure adéquation avec la demande nationale, intérêt mutuel d'un partenariat avec l'ENSIA et le CIRAD pour le montage d'une formation de type académique à vocation régionale
  - 14 h : réunion avec Mme. Jacqueline AIELLO, Directrice de l'ETA : présentation du programme de Licenciatura en Tecnologia de Alimentos et discussion sur les aspects de la formation à renforcer
  - 15 h : suite discussion avec Mme. Ana Mercedes PEREZ et M. Fabrice VAILLANT
- 
- Je. 05/09**
- 9 h : réunion recherche à l'entreprise FLORIDA PRODUCT (Heredia) avec les responsables de l'entreprise (M. Juan Luiz CORELLA, Directeur Général ; M. German GUZMAN, Responsable R&D ; Mme. Gloria GURDIAN, Attaché de Direction ; M. Daniel OCAMPO ; Responsable Qualité), A.M. PEREZ et F. VAILLANT : présentation et bilan des travaux réalisés sur la stabilité des jus de bananes clarifiés par M. Anne-David THOMAS (Ing. ENSIA/SIARC stagiaire chargé du projet), programmation des actions futures de collaboration avec le CITA, visite des ateliers de production de concentrés de jus d'ananas et de jus clarifié de bananes
  - 15 h 30 : réunion avec M. Manuel MURILLO, Directeur de Oficina de Asunto Internacionales y Cooperacion Externa de l'UCR (San Jose) : intérêt de la mise en place d'une formation par la recherche en alimentaire de type Maestria académique à vocation régionale réalisée en collaboration avec l'ENSIA et le CIRAD, intérêt d'un échange d'enseignants-chercheurs et d'étudiants
- 
- Ve. 06/09**
- 9 h : réunion recherche à l'entreprise CAMINO DEL SOL (Cartago) avec M. Marvin MONTERO (Directeur), F. VAILLANT et Melle. Sabrina D'ALOIA (Master ENSIA/SIARC stagiaire chargé du projet) : bilan des collaborations avec le CITA sur la friture de bananes plantains, visite des ateliers de production de bananes plantains frites et de jus d'ananas pasteurisé
  - 11 h : visite de l'entreprise INLATEC-DEL PRADO (Cartago) avec M. Victor ARIAS (Responsable Production) et bilan du stage de Melle. Amandine COCHET (Ing. ENSIA/SIARC stagiaire) chargée de la mise en place d'une nouvelle gamme de yaourts aux fruits



- 14 h 30 : réunion (San Jose) avec Mme. Yanine CHAN (enseignant-chercheur EARTH) sur la possibilité de réaliser une Thèse de Doctorat « sandwich » avec inscription en France portant sur la valorisation des écarts de triage de bananes
- 
- Sa. 07/09** Visites de diverses zones de productions agricoles de la plaine centrale et du nord-ouest de San Jose avec
- Di. 08/09** F. VAILLANT: élevage bovin, pommes de terre, oignons (Cartago), café (Sarchi), produits horticoles (San Ramon), manioc (Fortuna), etc.
- 
- Lu. 09/09**
- 10 h 30 : réunion à la EARTH (Guapiles) avec Mme. Yanine CHAN (enseignant-chercheur), Don Carlos (Responsable Recherche EARTH), M. F. VAILLANT et M. Mady CISSE (Master ENSIA/SIARC stagiaire au CITA chargé du projet « concentration jus de fruits par technique membranaire ») : mise en place de collaborations avec le CITA sur l'analyse de la qualité aromatique des jus de fruits, organisation du détachement de M. Mady CISSE à la EARTH pour réaliser ces analyses
  - 13 h : visite de l'atelier pilote de fabrication de papier de bananes
  - 13 h 30 : réunion avec M. Daniel SHERRARD (Decano EARTH) sur les possibilités de mise en place de la Thèse de Mme. CHAN
  - 14 h : visite des installations pédagogiques de la EARTH : laboratoire de chromatographie, halle de technologie alimentaire, mini-laiterie, station conditionnement bananes
- 
- Ma. 10/09**
- 8 h 30 : avec F. VAILLANT, bilan détaillé, discussion des résultats et programmation des actions à réaliser sur le travail de Melle. Sabrina D'ALOIA (Master ENSIA/SIARC stagiaire) portant sur la mise au point de bananes plantains mures frites (collaboration CITA – Sté. CAMINO DEL SOL)
  - 10 h 30 : idem pour le travail de M. Mady CISSE (Master ENSIA/SIARC stagiaire) portant sur la concentration de jus de melon et d'orange par évaporation osmotique (CITA)
  - 12 h : déjeuner avec Mme. Maria PEREZ (Responsable des études post-graduées de l'UCR), Mme. A.R. BONILLA (Responsable Master CITA) et F. VAILLANT, discussion sur la mise en place d'une Maestria à vocation régionale
  - 14 h : discussion des derniers résultats obtenus pendant le travail de M. Anne-David THOMAS (Ing. ENSIA/SIARC stagiaire) portant sur l'étude de l'apparition du trouble au cours du stockage de concentré de jus de bananes clarifié (collaboration CITA – Sté. FLORIDA PRODUCT) et travail sur la rédaction du compte-rendu de recherche final
  - 15 h 30 : avec F. VAILLANT, bilan, discussion des résultats et programmation des actions à réaliser sur le travail de M. François GAZANIA (Master ENSIA/SIARC stagiaire) portant sur la mise au point d'un bio-réacteur à enzymes fixées sur support chitosane pour la liquéfaction de jus de fruits (CITA)
- 
- Me. 11/09**
- 10 h : visite du site de production de jus d'orange et d'ananas concentrés de la Société TICOFRUT (San Carlos) avec M. Victor VIALES (Directeur) et F. VAILLANT, discussion sur les collaborations possibles avec le CITA (qualité jus d'orange, concentration à basse température)
  - 12 h 30 : visite du site de production de cœurs de palmier en conserve de la Société ALPIGO (Venecia) avec le Responsable production et F. VAILLANT, discussion sur la mise au point d'un nouveau produit (cœurs de palmier pasteurisés conditionnés en sachets plastiques aluminisés)
  - 16 h : visite de l'INBIO (Heredia)



- 
- Je. 12/09**
- 8 h : bilan de la mission avec F. VAILLANT, répartitions des actions à réaliser, suite des réflexions engagées sur les activités de recherche en cours et à mettre en place, sur les échanges possibles et les collaborations en formation par la recherche, rédaction d'un premier programme de travail
  - 16 h 30 : réunion avec M. Joël DINE, Attaché de Coopération Scientifique et Technique à l'Ambassade de France au Costa Rica (Coopération Régionale) : présentation du projet de mise en place de la Maestria académique régionale en alimentaire UCR-ENSIA (aspects recherche et enseignement), soutien possible du projet par la coopération régionale, actions à prévoir sur 2003
  - 19 h : rencontre avec M. Erwan JADE, ancien élève de l'ENSIA/SIARC en poste dans la Sté. TOTAL au Costa Rica (commercialisation de supports liquides pour l'application de produits phytosanitaires sur bananiers)
- 
- Ve. 13/09**
- 8 h : départ San Jose
- 
- Sa. 14/09**
- 12 h 30 : arrivée Montpellier (via Mexico, Paris)



## PRINCIPALES PERSONNES RENCONTREES

Cartes de visite**Institutions**

Universidad de Costa Rica  
Oficina de Asuntos Internacionales  
y Cooperación Externa

**Dr. Manuel M. Murillo**

*Director*

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca,  
San José, Costa Rica, Tel.: (506) 207-5080  
E-mail: mmurillo@cariari.ucr.ac.cr, Fax: (506) 225-5822  
E-mail: oaiucr@cariari.ucr.ac.cr



**DR. DANIEL SHERRARD**

DECANO

Tel. (506) 713-0000 Ext. 3900  
(506) 713-0096 Directo  
Fax (506) 713-0001  
Apdo. 4442-1000, San José, Costa Rica  
E-mail: dsherrard@earth.ac.cr • http://www.earth.ac.cr

**Entreprises**

**FLORIDA  
PRODUCTS**

**Lic. Juan Luis Corella V.**  
General Manager

P.O. Box: 3580-1000 San José,  
Costa Rica, Central America  
E-mail: jlcorella@superior.co.cr  
http: www.floridaproducts.co.cr

Phone: (506) 293-7575  
Fax: (506) 239-0081

**FLORIDA  
PRODUCTS**

**Ing. German Guzmán Araya**  
Proyectos Especiales

P.O. Box: 3580.1000 San José  
Costa Rica, Central America  
E-mail: gguzman@amnet.co.cr  
http: www.floridaproducts.co.cr

Phone: (506) 293-7575  
Fax: (506) 293-7336

**FLORIDA  
PRODUCTS**

**Gloria Gudián Bond**

P.O. Box: 3580-1000 San José,  
Costa Rica, Central América  
E-mail: gloria.gurdian@superior.co.cr  
http: www.floridaproducts.co.cr  
Tel.: (+506) 293-7575 Ext. 235  
Fax: (+506) 239-0081  
Cel.: (+506) 382-1116

P.M. B. 0374  
444 Brickell Avenue  
Suite 51. Miami Florida  
33131-2492 USA  
Tel.: (786) 942-7595



**Marvin Montero Varela**  
Director Ejecutivo

Teléfono: (506) 552-6529 • E-mail: colosa@sol.racsa.co.cr  
Fax: (506) 552-0638 • Apdo.: 1803-7050

**TicoFruit**

**Víctor Viales García**  
Director

Apdo. 18 - 4433  
Aguas Zarcas, San Carlos  
Alajuela, Costa Rica  
Tel. (506) 474 8101  
Fax (506) 474 8440  
e-mail vviales@ticofruit.com

Aseguramiento de Calidad



El auténtico sabor

**VÍCTOR ARIAS**  
Gerente de Producción Helados

Tel.: (506) 592-0707 • Fax: (506) 551-4887 • Beeper 225-2500  
Apdo.: 993-7050 Cartago, Costa Rica • varias@delprado.co.cr



**Ambassade de France**



**AMBASSADE DE FRANCE AU COSTA RICA**  
CENTRE CULTUREL ET DE COOPÉRATION  
POUR L' AMÉRIQUE CENTRALE

**Joël DINE**  
Attaché de Coopération Scientifique et Technique

---

de Mc Donald's Curridabat, 425m. au sud - B.P 10177-1000 San José, COSTA RICA  
tél.: (506)224.41.05 - fax.: (506)253.74.10 - cccacccr@sol.racsa.co.cr

**Autres**

**CITA – Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (UCR)**

**Codigo Postal 2060 – SAN JOSE**

Dr. BONILLA Ana Ruth (Chercheur CITA et Responsable Maestria en Ciencia de Alimentos)  
Dr. PEREZ Ana Mercedes (Chercheur CITA et Responsable relations recherche CITA-CIRAD)  
Dr. VAILLANT Fabrice (Chercheur CIRAD/FLHOR détaché au CITA)  
Dr. VELAZQUEZ Carmela (Chercheur CITA et Sous-Directrice CITA)  
Dr. VIQUEZ Floribeth (Chercheur CITA et Directrice CITA)

**ETA – Escuela de Tecnología de Alimentos (UCR)**

Dr. AIELLO Jacqueline (Enseignante et Directrice ETA)

**UCR – Universidad de Costa Rica**

Dr. PEREZ Maria (Responsable des formations post-graduées à l'UCR)

**EARTH - Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda**

MSc. CHAN Yanine (enseignant-chercheur en technologie alimentaire à la EARTH)



## **ANNEXE**



# **PROJET DE FORMATION PAR LA RECHERCHE EN AMERIQUE CENTRALE DANS LE DOMAINE AGRO-ALIMENTAIRE**

## ***ACTIONS CONCERTÉES ENSIA-CIRAD / PARTENAIRES UNIVERSITAIRES CENTRE AMERICAIN***

Document préparé conjointement par Fabrice VAILLANT (CIRAD-FLHOR) et François GIROUX (ENSIA-SIARC)

**Résumé du projet :** Mettre en place une formation par la recherche (Master et Doctorat) d'acteurs potentiels du développement agroalimentaire de la zone centre américaine, avec l'appui de 2 institutions françaises reconnues dans ce domaine, le CIRAD et l'ENSIA.

### **Introduction**

L'objectif de ce projet est de satisfaire une demande en formation de troisième cycle (Master et Doctorat) dans le domaine agro-alimentaire en Amérique centrale. Cette formation, excepté au Costa Rica où elle est encore balbutiante, n'existe dans aucun pays de la région alors que toutes les études récentes s'accordent pour faire du secteur agroalimentaire le pilier du développement économique durable de cette zone compte tenu de son potentiel agricole et de la grande disponibilité actuelle en matière première. La région est encore, en premier lieu exportatrice de matières premières agricoles non transformées d'où une fragilité chronique de l'économie qui est soumise aux aléas d'un marché international extrêmement volatile pour ce type de produit. Ce déphasage important entre la production et la transformation peut être rapproché du fait qu'il n'existe pratiquement pas de formation agroalimentaire alors qu'il existe un réseau très dense, national et parfois même internationalisé (ZAMORANO, EARTH, CATIE) en formation agronomique de haut niveau. En d'autres termes, la région compte une pléthore d'agronomes de qualité et quasiment pas de spécialistes en transformation capables de développer et consolider le secteur agro-industriel naissant. Ceci, représente un handicap sévère pour coordonner une politique agricole pertinente qui permette de mieux valoriser le potentiel de production. Si l'on prend l'exemple des productions fruitières qui représentent pour la zone l'un des tous premiers secteurs de l'économie, on peut considérer en moyenne qu'entre 50 à 60 % de la production peut être exportée en frais alors que le reste est perdu ou sous valorisé en l'absence d'opportunités de transformation. Aussi, il existe des productions fruitières locales qui ne sont pas valorisées dans l'état alors que transformées, elles pourraient répondre favorablement à une demande du marché local et même international. La recherche de technologies de transformation innovantes mais adaptées aux conditions socio-économiques locales nécessite la formation de spécialistes. Ainsi, appuyer le développement ordonné et durable de l'économie des pays d'Amérique centrale passe aussi par la formation de haut niveau en sciences et technologies agroalimentaires.



## **Objectifs principaux**

1. Formation par la recherche de 3<sup>e</sup> cycle (Master et Doctorat) d'acteurs potentiels du développement agroalimentaire de la zone centre américaine. Les publics ciblés sont :
  - Les professeurs universitaires en science et technologie des aliments dans les universités de la région (Léon au Nicaragua, Zamorano au Honduras, Guatemala, Panama et Salvador).
  - Les chercheurs des systèmes nationaux de recherche agronomique (SNRA) voulant compléter une formation en agro-alimentaire.
  - Etudiants ou professionnels du secteur
2. Développement de programme de recherche en phase avec la demande industrielle de la région (forte composante recherche/ industrie) et les exigences du marché international.

## **Antécédents:**

les missions successives réalisées par l'ENSIA-SIARC et le CIRAD au cours des dernières années en Amérique Centrale ont montré le besoin de développer une formation régionale de 3<sup>ème</sup> cycle. L'ensemble des contacts qui ont été réalisés en Amérique Centrale, soulignent tous le besoin qu'il y a dans cette région de renforcer le niveau de connaissances d'un certain nombre d'acteurs du secteur agroalimentaire, que ce soient des enseignants-chercheurs des universités locales, ou des professionnels travaillant comme cadres dans des entreprises de ce secteur. A ce jour, la seule possibilité de formation de 3<sup>ème</sup> cycle dans le domaine agroalimentaire en Amérique Centrale consiste à envoyer des boursiers à l'étranger, ce qui constitue une charge financière lourde et ne permet pas de créer une dynamique régionale.

La mission réalisée par M. GIROUX du 3 au 14 décembre 2000, au Costa Rica et au Nicaragua a permis de jeter les bases de ce que pourrait être cette formation régionale (voir rapport de mission adressé début 2001 à M. J.L SABATIER).

## **Modalités d'exécution**

Pour s'assurer d'un impact aussi rapide et pertinent que possible et forts de leurs expériences, le CIRAD et l'ENSIA propose un projet de formation de haut niveau basé essentiellement sur des programmes de recherche structurés, innovants et compétitifs en phase avec les possibilités de développement sur place et la demande du marché. Dans ce cadre seront définis les principes suivants :

1. Les recherches devront être toujours finalisées et visées un transfert technologique vers le secteur productif. Dans ce cadre, dès le début, le projet de recherche devra être formulé en partenariat avec une industrie potentiellement utilisatrice soit en Europe ou en Amérique centrale, mais concernant obligatoirement des matières premières de la région.
2. Formation par modules courts au niveau Master (2 fois deux mois pour la partie théorique de cours intensifs agréés par l'ENSIA et 12 mois pour la recherche agréé par le CIRAD)



et ayant lieu en Amérique Centrale. La mobilité reste à définir (le lieu peut être fixe auquel cas, les cours auront lieu à l'UCR et plus précisément à l'ETA (Ecole de Technologie Agroalimentaire) ou bien il peut être mobile avec réalisation de quelques modules dans différentes Universités de la région. Un cours de mise à niveau (pré-requis) pourra être mis en place selon l'origine de formation des candidats.

3. La partie recherche pourra se réaliser dans les pays d'origines après avoir bien défini les modalités de suivi des recherches par un chercheur tuteur.
4. Pour la partie théorique et de recherche participeront conjointement des professeurs ou des chercheurs de la région, de France (l'ENSIA, CIRAD...) ou d'Europe.
5. L'origine du diplôme fera l'objet de discussion entre les partenaires. Le diplôme pourra par exemple être délivré conjointement par l'UCR et l'ENSIA suite à un accord cadre entre les deux institutions et lorsque le programme de Master sera approuvé par le conseil général de l'ENSIA. Pour la première année de mise en place de la formation, l'ENSIA pourrait détacher un Maître de conférence au sein de l'UCR.
6. Proposition de la constitution d'un fond de recherche agroalimentaire (dans le cadre d'un accord cadre CIRAD-Universités partenaires) dans chaque pays qui sera alimenté par les contrats de Recherche entre l'Université et les industries d'accueil incluant la rétribution à posteriori des coûts réels de la recherche par des « royalties ».
7. Possibilités qu'une partie des recherches s'effectuent en France au CIRAD ou à l'ENSIA lorsqu'il s'agit de compléter des études, l'exigence étant que soit toujours très clairement identifié l'intérêt pour le pays d'origine.

### **Programme d'actions pour 2002**

Le lancement effectif de cette formation prévu à l'horizon 2003 nécessite de réaliser en 2002 un programme d'actions, tel qu'il est précisé ci-dessous.

Ce programme d'actions a pour but essentiel de valider le choix des partenaires locaux puisqu'une partie de ce cours régional sera assuré par des enseignants chercheurs ou chercheurs d'Amérique Centrale. Cette identification des partenaires locaux permettra ensuite de réaliser un séminaire de travail débouchant sur la définition complète de la formation (définition des cours et unités de valeur, etc.), et de ces modalités de réalisation. Certains modules de cours pourront être assurés, côté français, par le consortium ENSIA-CIRAD, en particulier le CIRAD-FLHOR sous la responsabilité du Dr Fabrice VAILLANT, en poste au CITA, et l'ENSIA-SIARC de Montpellier sous la responsabilité du Pr François GIROUX et du Dr Manuel DORNIER, Maître de Conférence qui pourrait envisager une expatriation d'une année au Costa Rica à l'occasion de ce cours international.

1. Réalisation au cours du premier trimestre de l'année 2002 de visites des institutions pressenties en Amérique Centrale, par M. Fabrice VAILLANT depuis le Costa Rica (certaines institutions qui avaient souhaité voir la réalisation de ce projet, n'ont pas été contactées depuis 2 à 3 ans et un certain nombre de changements dans la composition de leurs ressources humaines sont intervenus depuis).



2. Réalisation d'un séminaire régional vers la fin du premier semestre 2002, localisé au Costa Rica ou au Nicaragua, pour la définition détaillée de la formation et du cours international en science et technologie agroalimentaire.

Ce séminaire de travail d'une durée d'une semaine rassemblera d'une part, les représentants de chacune des institutions concernées par le projet au niveau des 7 pays d'Amérique Centrale, d'autre part les deux enseignants chercheurs de l'ENSIA-SIARC en charge de ce projet (MM. F. GIROUX et M. DORNIER). Cette semaine permettra également de déterminer le budget nécessaire à la réalisation de la formation, l'objectif étant d'utiliser le second semestre 2002 pour présenter le projet complet à différents bailleurs de fonds.

### **Budget prévisionnel pour 2002**

*Budget prévisionnel pour réaliser les missions en Amérique centrale depuis le Costa Rica (en Francs):*

<b>Mission</b>	<b>Durée</b>	<b>Coût billet</b>	<b>Per-diem</b>	<b>Total</b>
Salvador /Guatemala	6 jours	3500	7350	10850
Nicaragua / Honduras	6 jours	3000	7350	10350
Panama	4 jours	2100	4900	7000
<b>TOTAL</b>				<b>28200</b>

*Budget prévisionnel du séminaire a l'UCR (Costa Rica) (en Francs) :*

<b>Provenance</b>	<b>Nombre</b>	<b>Durée (jours)</b>	<b>Coût billet</b>	<b>Per-diem</b>	<b>TOTAL</b>
Guatemala	2	7	6300	15750	22050
Salvador	1	7	2800	7875	10675
Honduras	1	7	2800	7875	10675
Nicaragua	2	7	2100	7875	9975
Panama	1	7	2100	7875	9975
France	3	7	30000	23625	53625
<b>TOTAL</b>					<b>116975</b>

**TOTAL DEMANDE POUR 2002 : 145 175 FF**

**Prévision des principaux moyens à mettre en oeuvre pour le lancement de la formation en 2003 et perspectives de financement**

Les principaux moyens qui devront être mis en oeuvre pour assurer la formation sont identifiés et consistent plus particulièrement à financer la mobilité des chercheurs, professeurs et étudiants. Ces financements seront demandés à différents donneurs, mais l'appui de la coopération française dans cette première phase de développement est primordiale pour



convaincre d'autres donateurs. Des contacts avec le NRI d'Angleterre pourraient également déboucher sur un appui de la coopération anglaise à ce projet. D'autres pays de la communauté européenne seront également approchés pour cette première phase d'appui.

Les principaux moyens nécessaires avec le financeur potentiel (entre parenthèse) sont décrits succinctement ci-dessous :

- **Maintien d'un chercheur CIRAD basé à l'UCR et intervenant au niveau régional (CIRAD)**
- **Détachement d'un Maître de conférence de l'ENSIA dès le commencement de la formation pour une période de 1 à 2 ans (ENSIA- MINAGRI)**
- **Bourse d'appui aux déplacements locaux (appui aux professeurs qui ont par ailleurs leur salaire pris en compte par leur Université d'origine) ou bourses complètes pour des étudiants (Coopération régionale).**
- **Appui aux activités de recherche (CIRAD, Coopération régionale)**
- **Bourses de mobilité de chercheurs au niveau de formation post-graduée ( Union Européennes. Elles peuvent être obtenues dans le cadre du sous-programme B de l'appel d'offre Alfa).**
- **Déplacement professeurs Europe / AC (coopération régionale)**
- **Déplacement étudiants en Europe (coopération régionale)**



